

PATOLOGÍA DE ACRIDIOS (TUCURAS, LANGOSTAS) Y ÁPIDOS (ABEJORROS, ABEJAS)

Pelizza S. A.^{1,2*}, Plischuk S.¹, Mariottini Y.¹, Bardi C. J.¹, Pocco M. E.^{1,3}, de Wysiecki M. L.¹, Cigliano M. M.^{1,3} & Lange C. E.^{1,4}

¹ Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (CEPAVE), CCT La Plata CONICET-UNLP, Calle 2 # 584, La Plata (1900), Argentina.

² Instituto de Botánica Carlos Spegazzini (FCNyM-UNLP), 53 # 477, (1900), La Plata, Argentina.

³ División Entomología, Museo de La Plata, La Plata, Argentina.

⁴ Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) de la Provincia de Buenos Aires.

*E-mail: pelizza@cepave.edu.ar

RESUMEN

Las investigaciones abarcan la detección, aislamiento, estudio y evaluación de hongos, protistas y microsporidios entomopatógenos asociados a especies de acridios y ápidos, grupos de insectos que incluyen tanto especies perjudiciales como benéficas. Las actividades incluyen también estudios acerca de las especies hospedadoras naturales y potenciales. Entre los resultados más destacados figuran la obtención de numerosos aislamientos fúngicos de acridios (uno de ellos con características deseables como posible agente de biocontrol), la demostración del establecimiento de un microsporidio introducido en al menos 22 especies de acridios, la detección de cinco entomopatógenos de ápidos sin registros previos en el país, y un profundo avance en el conocimiento de aspectos sistemáticos, filogenéticos, biológicos y ecológicos de diferentes especies de acridios, varias de importancia agroeconómica significativa. Se prevé no solo continuar sino profundizar y ampliar las tareas con el fin último de lograr alternativas a los insecticidas convencionales que permitan reducir su uso contra insectos plaga o limitar el efecto de ciertos patógenos sobre insectos benéficos.

ABSTRACT

Research is conducted on the detection, isolation, study, and evaluation of entomopathogenic fungi, protists, and microsporidia associated to species of grasshoppers, locusts, bumblebees, and honeybees, insect groups that include both pests and beneficial species. Activities also include studies on natural and potential hosts. A few of the salient results include the detection of numerous fungal isolates from grasshoppers (one of them with desirable characteristics as a possible biocontrol agent), demonstration of the establishment of an introduced microsporidium in at least 22 species of grasshoppers, detection of five previously unrecorded entomopathogens of bumblebees and honeybees, and a considerable increase in knowledge in relation to systematic, phylogenetic,

biological, and ecological aspects on different grasshopper species, several of which of significant economic importance. It is anticipated that the studies will not only be continued but also deepened and expanded with the ultimate goal of attaining alternatives to conventional insecticides that may allow a reduction in their use against pests or limit certain pathogens that affect beneficial insects.

PALABRAS CLAVE

Hongos, microsporidios, protistas.

INTRODUCCIÓN

Dentro de los estudios enmarcados en la disciplina Patología de Insectos que se realizan en el CEPAVE, figuran las investigaciones relativas a entomopatógenos asociados a especies de acridios (Orthoptera: Acridoidea) y ápidos (Hymenoptera: Apidae), grupos que incluyen, respectivamente, a plagas agrícolas e insectos clave en cadenas tróficas y a especies polinizadoras y generadoras de múltiples productos de diversos usos. Los entomopatógenos bajo estudio abarcan hongos de los taxa Ascomycota Hypocreales y Zygomycota Entomophthorales, protistas (eucariotas unicelulares de los taxa Amoebozoa, Apicomplexa, Euglenozoa y Nephridiophagidae; Plischuk & Lange 2011; Lange & Lord 2012) y microsporidios (Microsporidia), parásitos intracelulares obligados de filiación fúngica aún no claramente determinada (Solter *et al.* 2012). Además de las investigaciones sobre entomopatógenos, se llevan a cabo también estudios sistemáticos, filogenéticos, biológicos y ecológicos sobre las especies hospedadoras naturales o potenciales, lo cual no solo brinda un conocimiento más acabado de las mismas, sino que también permite conocer mejor las interacciones entre los patógenos y hospedadores involucrados, tanto a nivel individual como poblacional.

En lo que respecta al estudio de hongos, algunas de las ventajas que estos entomopatógenos presentan para ser utilizados en programas de control biológico de insectos son: adecuada virulencia, alta especificidad, transmisión por contacto, capacidad de cultivo *in vitro* manteniendo la patogenicidad, inocuidad para vertebrados y la posibilidad de mantener un control duradero una vez establecidos en el ambiente (Vega *et al.* 2012). A diferencia de lo que ocurre con los hongos, los protistas y microsporidios no suelen causar enfermedades de efectos marcados, pues las mismas no son normalmente agudas, sino de tipo crónico y debilitante (Becnel & Andreadis 1999; Lange & Lord 2012). No obstante, las reducciones de vigor, actividad, consumo, fecundidad y longevidad, entre otras alteraciones, que ocasionan dichos entomopatógenos tienden a causar importantes declinaciones de las poblaciones de insectos susceptibles. Adicionalmente, tales efectos subletales suelen favorecer la persistencia de las enfermedades causadas por protistas y microsporidios. Estas características convierten a hongos, protistas y microsporidios en potenciales biocontroladores

para ser introducidos o aumentados en poblaciones de insectos plaga a fin de reducir su número o bien limitar su expansión. Análogamente, estos patógenos pueden resultar perjudiciales cuando se hallan afectando insectos benéficos como abejorros o abejas, mermando el rendimiento de la industria agrícola y apícola.

OBJETIVOS

Detectar y aislar hongos, protistas y microsporidios causantes de enfermedades en insectos de importancia agroeconómica, particularmente acridios y ápidos.

Caracterizar e identificar o describir los entomopatógenos detectados y conocer su modo de acción y sintomatología en el hospedador.

Determinar aspectos de la biología, ecología, sistemática, filogenia y distribución de los hospedadores involucrados para un mejor conocimiento de los mismos y de su interacción con los patógenos.

Evaluar el potencial que tales patógenos pueden mostrar como agentes de control microbiano de insectos perjudiciales y el impacto que pueden ocasionar en insectos benéficos.

ACTIVIDADES Y RESULTADOS

Las prospecciones tendientes a la detección de entomopatógenos en poblaciones naturales de acridios y ápidos constituyen, junto con el mantenimiento de dichos insectos en ambientes bajo condiciones controladas y la realización de bioensayos en laboratorio con los patógenos aislados, las actividades centrales que nutren la línea de investigación. Del mismo modo, los muestreos a campo de ambos grupos de insectos y la crianza de acridios en bioterios representan el basamento de los estudios sobre los hospedadores naturales o potenciales. Para ambos tipos de actividades se emplea metodología de amplia utilización a nivel mundial (Duranton *et al.* 1982; Lange & Henry 1996; Navon & Ascher 2000; Pfadt 2002; Kaya & Lacey 2007; Lacey 2012). Los estudios sistemáticos y filogenéticos sobre acridios se ven complementados con el uso de herramientas ciber-taxonómicas incluyendo el desarrollo de nuevas implementaciones de la base de datos taxonómica mundial Orthoptera Species File (<http://orthoptera.speciesfile.org>).

Entomopatógenos de acridios

La gran mayoría del conocimiento disponible respecto de los entomopatógenos asociados a acridios en nuestro país proviene de investigaciones realizadas por nuestro grupo.

En lo que atañe a hongos, se obtuvieron siete nuevos registros (cinco de *Beauveria bassiana*, dos de *Entomophaga grylli*), elevando a 29 el número total de hongos entomopatógenos de acridios citados para Argentina (Pelizza *et al.* 2010). Se halló por primera vez a *Fusarium verticillioides* como patógeno de

acridios, afectando naturalmente a la “tucura quebrachera” *Tropidacris collaris* (Pelizza *et al.* 2011), que en algunas provincias del Norte ha incrementado sus poblaciones en años recientes (Cigliano *et al.* 2013). Experimentalmente, se testearon numerosos aislamientos fúngicos en distintas especies de tucuras y langostas. Un aislamiento en particular de *B. bassiana* (LPSC 1067) mostró alta virulencia, fuerte actividad quitinolítica, proteolítica y lipolítica, y efectos subletales en la langosta *Schistocerca cancellata* y en las tucuras *T. collaris*, *Dichroplus maculipennis* y *Ronderosia bergi* (Pelizza *et al.* 2011, 2012a, 2012b, 2013), todas de significativa importancia agroeconómica (Cigliano *et al.* 2013).

Dentro de los protistas, se aislaron y describieron los ciclos de vida de dos especies de eugregarinas (Apicomplexa), *Gregarina ronderosi* y *Leidyana ampulla*, afectando el tracto digestivo de los acridios *Dichroplus elongatus* y *R. bergi*, respectivamente (Lange & Wittenstein 2002; Lange & Cigliano 2004). Otras dos especies de eugregarinas detectadas en *T. collaris* y *D. maculipennis* se hallan aún bajo estudio. Se detectó y aisló la ameba (Amoebozoa) de los tubos de Malpighi *Malameba locustae* y se realizaron experiencias preliminares tendientes a su evaluación como agente de biocontrol a largo plazo (Lange 2004; Lange & Lord 2012).

Años de prospecciones en comunidades de acridios han permitido obtener un conocimiento inédito en otras regiones de la tierra, con excepción quizás de América del Norte, respecto de los microsporidios asociados a tucuras en nuestro país. Todos los microsporidios nativos hasta el presente aislados pertenecen al género *Liebermannia*, con tres especies descriptas (Sokolova *et al.* 2009) y varias aún sin describir, hecho que sugiere una amplia radiación adaptativa del género en acridios del Sur de Sudamérica. Se trata de microsporidios normalmente asociados al tracto digestivo, tubos de Malpighi o glándulas salivales de los respectivos hospedadores. Si bien se han observado patologías conspicuas, la transmisión inducida de dichos microsporidios siempre ha resultado problemática y por ende no parecen ofrecer mayor potencial como eventuales agentes de biocontrol. Justamente lo opuesto parece ocurrir con el microsporidio del tejido adiposo *Paranosema locustae*, introducido desde América del Norte y establecido en al menos 22 especies de tucuras en la región Pampeana y el noroeste de la Patagonia (Lange & Azzaro 2008; Bardi *et al.* 2012). En las zonas de establecimiento de *P. locustae*, las explosiones demográficas (*outbreaks*) de tucuras parecen ser menos intensas y frecuentes que antes de las introducciones o en zonas donde no se ha establecido el patógeno. Simultáneamente, dado el amplio espectro hospedador de *P. locustae* dentro de los acridios (al menos 125 especies a nivel mundial), algunas especies de tucuras benéficas, en particular aquellas con distribución geográfica restringida y poblaciones poco numerosas, podrían sufrir declinaciones sustanciales. En este sentido, los acridios de las subfamilias Melanoplinae y Gomphocerinae, parecen ser los más susceptibles, mientras que los Acridinae y los de la familia Romaleidae, aunque susceptibles, lo serían en menor medida (Lange *et al.* 2008; Lange 2010; Lange & Cigliano 2010; Bardi *et al.* 2012; Plischuk *et al.* 2013).

Entomopatógenos de ápidos

De manera similar a lo expuesto respecto de los entomopatógenos de acridios, mucha de la información disponible en el país en relación a las enfermedades de los ápidos fue obtenida recientemente por el grupo. Se han detectado cinco entomopatógenos sin registros previos en Argentina. El protista de afinidades inciertas *Nephridiophaga* sp. (Nephridiophagidae) y la ameba *Malpighamoeba mellificae* fueron aislados de los tubos de Malpighi de la abeja melífera, *Apis mellifera* (Plischuk & Lange 2010, 2011). Otros dos protistas, el flagelado *Crithidia bombi* (Euglenozoa) y la neogregarina *Apicystis bombi* (Apicomplexa) fueron aislados del tracto digestivo y tejido adiposo, respectivamente, del abejorro europeo invasor *Bombus terrestris*, establecido en zonas de la Patagonia a partir de introducciones realizadas en Chile con el fin de incrementar los niveles de polinización de ciertos cultivos (Plischuk & Lange 2009). *Apicystis bombi* se halló también afectando a *A. mellifera* (Plischuk *et al.* 2011). El microsporidio de las células epiteliales intestinales *Nosema ceranae*, señalado por algunos autores como uno de los factores involucrados en el síndrome del colapso de colonias de abejas, fue registrado en tres especies nativas de abejorros y en *A. mellifera* (Plischuk *et al.* 2009). Por variados motivos, cada uno de los cinco entomopatógenos mencionados resulta de interés. Es probable que el aislamiento de *Nephridiophaga* corresponda a *N. apis*, la especie tipo del género, cuyo conocimiento es muy limitado (proviene solo de la descripción original en Europa datada en 1937) y de la cual se desconocen los efectos causados sobre su hospedador. *Malpighamoeba mellificae*, al igual que *M. locustae* en acridios, causa alteraciones significativas en los tubos de Malpighi y en el proceso de excreción, pero nada se sabe de su impacto en abejas de nuestro país. Los protistas *C. bombi* y *A. bombi* parecen haber ingresado desde Chile con *B. terrestris* y dado que ambos son de amplio espectro hospedador dentro del género *Bombus*, podrían ocurrir saltos de hospedadores (*host jumps*) hacia especies nativas de *Bombus*, con probables efectos negativos sobre las mismas. Al igual que en otras regiones del globo, el origen de *N. ceranae* en el país no está claro, pero no es posible descartar su participación en fenómenos de despoblamiento de colmenas.

Estudios sistemáticos, filogenéticos, biológicos y ecológicos de acridios

Se llevan a cabo estudios tendientes a profundizar el conocimiento de la acridiofauna neotropical, con énfasis en los grupos del sur de Sudamérica y en ciertos grupos andinos por su estrecha relación filogenética con aquellos. Se abordan tanto aspectos poblacionales (diversidad, distribución, abundancia, biogeografía) como propios de cada especie (ciclos, reproducción, voltinismo, consumo de recursos). En el plano taxonómico, las investigaciones incluyen la delimitación y descripción de especies, revisiones sistemáticas de grupos, análisis filogenéticos y estudios evolutivos de caracteres a partir de evidencia molecular y morfológica.

Los resultados obtenidos han incrementado el conocimiento acerca de la diversidad y composición de diferentes comunidades de acridios (Pocco *et al.* 2010), la distribución y abundancia de especies plaga (Mariottini *et al.* 2012), las asociaciones entre las distintas especies y las comunidades vegetales más características de la región Pampeana (Mariottini *et al.* 2013) y las correlaciones entre variables climáticas y la fluctuación temporal en la abundancia de especies (de Wysiecki *et al.* 2011). Se logró describir el ciclo de desarrollo natural de las especies más importantes del sur de la provincia de Buenos Aires (Mariottini *et al.* 2011a) y cuantificar *outbreaks* en ese área (Mariottini *et al.* 2012). Se han llevado a cabo revisiones sistemáticas, análisis filogenéticos y biogeográficos de numerosos grupos de acridios neotropicales, principalmente de la subfamilia Melanoplinae y la familia Romaleidae (Cigliano 2007; Cigliano & Lange 2007; Cigliano & Amédégnato 2010; Cigliano *et al.* 2010, 2011; Pocco *et al.* 2011, 2013) y se han descripto más de 50 especies de acridios previamente desconocidas para el Neotrópico. A través del mantenimiento de colonias de cría en bioterios bajo condiciones controladas se estimaron parámetros de reproducción, fecundidad, desarrollo y alimentación de varias especies (Mariottini *et al.* 2008, 2010, 2011b, 2011c; Bardi & Lange 2011; Bardi *et al.* 2011).

PERSPECTIVAS

Entomopatógenos de acridios

Sin descartar el estudio de otros entomopatógenos, en particular los microsporidios del género *Liebertmannia*, la prioridad se centrará en los aislamientos de hongos y en *P. locustae*. En relación a los primeros, ya se trabaja en colaboración con empresas de insumos agrícolas, con el objetivo final de obtener un formulado comercial capaz de incidir sobre las principales especies de acridios plaga. *Paranosema locustae* se continuará estudiando tanto en su rol como agente de biocontrol a largo plazo, como en su papel como factor de riesgo para acridios no perjudiciales. Se intensificarán los monitoreos en las zonas de establecimiento y en zonas aledañas. Incluso, algunas provincias y organizaciones no gubernamentales (ONG) tienen previsto realizar nuevas aplicaciones de *P. locustae* y reducir así la utilización de insecticidas químicos. Nuestro grupo proveerá alguna proporción del concentrado de esporos necesario para dichas aplicaciones.

Entomopatógenos de ápidos

Se priorizarán los estudios epizootiológicos sobre aquellos entomopatógenos que afecten a especies de abejorros del género *Bombus*, con monitoreos sostenidos a lo largo de temporadas y ampliando su alcance geográfico. También se intensificarán los bioensayos a fin de dilucidar los mecanismos de transmisión y estimar la virulencia de los patógenos. Se iniciarán prospecciones en poblaciones de avispa chaqueta amarilla invasoras (*Vespa*

spp.; Hymenoptera: Vespidae) orientadas a la detección de potenciales biocontroladores.

Estudios de acridios

En lo relativo a acridios, se profundizarán los estudios filogenético-moleculares y se abordarán estudios bioecológicos de especies de Romaleidae acerca de los factores que promueven el comportamiento gregario, el aposematismo y el polimorfismo de coloración. Se continuará con las investigaciones acerca de la estructura de comunidades, dinámica poblacional, aspectos reproductivos y ciclos de las especies plaga y aquellas más frecuentes.

BIBLIOGRAFÍA

- Bardi C., Y. Mariottini, M.L. de Wysiecki & C. Lange.** 2011. Desarrollo postembrionario, fecundidad y consumo de alimento de *Dichroplus exilis* bajo condiciones controladas. Rev. Biol. Trop. 59: 1579–1587.
- Bardi C., Y. Mariottini, S. Plischuk & C.E. Lange.** 2012. Status of the alien pathogen *Paranosema locustae* in grasshoppers of the Argentine Pampas. Biocontrol Sci. Technol. 22: 497-512.
- Becnel J.J. & T.G. Andreadis.** 1999. Microsporidia in insects. En: Wittner M. (Ed.). The Microsporidia and microsporidiosis. Am. Soc. Microbiol. Washington DC. Pp.: 447-501.
- Cigliano M.M.** 2007. Review of the South American genus *Eurotettix* (Orthoptera: Acridoidea: Melanoplinae). System. Entomol. 32: 176-195.
- Cigliano M.M. & C.E. Lange.** 2007. Sistematic revision and phylogenetic analysis of the South American genus *Chlorus* (Orthoptera: Acrididae). Zool. Scripta 36: 241-254.
- Cigliano M.M. & C. Amédégnato.** 2010. The high-andean *Jivarus* (Orthoptera): systematics, phylogenetic and biogeographic considerations. System. Entomol. 35: 692-721.
- Cigliano M.M., C. Amédégnato, M. Pocco & C.E. Lange.** 2010. Revisionary study of *Pediella* (Orthoptera: Acrididae) from the Andes highlands. Zootaxa 2341: 51-61.
- Cigliano M.M., M. Pocco & C. Lange.** 2011. Grasshoppers of the Andes: New Melanoplinae and Gomphocerinae from Huascarán National Park and Callejón de Huaylas, Perú. Zoosyst. 33: 523-544.
- Cigliano M.M., M. Pocco & C. Lange.** 2013. Acridoideos de importancia agroeconómica en Argentina En: Claps L. (Ed.). Biodiversidad de artrópodos argentinos, Vol. 3. Soc. Entomol. Arg. (en prensa).
- de Wysiecki M.L., M. Arturi, S. Torrusio & M.M Cigliano.** 2011. Influence of weather and plant communities on grasshopper density in the Southern Pampas. J. Insect Sci. 11: 109.
- Duranton J., M. Launois, M. Launois-Luong & M. Lecoq.** 1982. Manuel de Prospection Acridienne en zone Tropicale sèche. Ministère des Relations Extérieures, Gerdar, Paris. 695 pp.
- Kaya H.K. & L.A. Lacey.** 2007. Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology, 2nd ed. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- Lacey L.A.** (Ed). 2012. Manual of techniques in invertebrate pathology, 2nd ed. Acad. Press, NY.
- Lange C.E.** 2004. Presencia de *Malameba locustae* (Rhizopoda) en acridios de la provincia de Misiones, Argentina. Rev. Soc. Entomol. Arg. 63: 55-57.
- Lange C.E.** 2010. *Paranosema locustae* (Microsporidia) in grasshoppers (Orthoptera: Acridoidea) of Argentina: field host range expanded. Biocontrol Sci. Technol. 20: 1047-1054.
- Lange C.E. & F.G. Azzaro.** 2008. New case of long-term persistence of *Paranosema locustae* (Microsporidia) in melanoplina grasshoppers of Argentina. J. Invertebr. Pathol. 99: 357-359.
- Lange C.E. & M.M. Cigliano.** 2004. The life cycle of *Leidyana ampulla* n. sp. (Apicomplexa) in the grasshopper *Ronderosia bergi*. Acta Protozool. 43: 81-87.

- Lange C.E. & M.M. Cigliano.** 2010. Prevalence and infection intensity of the biocontrol agent *Paranosema locustae* (Microsporidia) in field-collected, newly-associated hosts (Orthoptera: Acrididae: Melanoplinae). *Biocontrol Sci. Technol.* 20(1): 19-24.
- Lange C.E. & J.E. Henry.** 1996. Métodos de estudio y producción de protistas entomopatógenos. En: Lecuona R. (Ed.). *Microorganismos patógenos empleados en el control microbiano de plagas*. M. Mas, Buenos Aires, Argentina. Pp.: 169-176.
- Lange C.E. & J. Lord.** 2012. Chapter 10: Protistan entomopathogens. En: Vega F. & H. Kaya (Eds.). *Insect Pathology* 2nd Ed. Academic Press, an imprint of Elsevier. Pp.: 367-394.
- Lange C.E. & E. Wittenstein.** 2002. The life cycle of *Gregarina ronderosi* n. sp. (Apicomplexa) in the Argentine grasshopper *Dichroplus elongatus*. *J. Invertebr. Pathol.* 79: 27-36.
- Lange C.E., C. Bardi & S. Plischuk.** 2008. Infectividad del agente de biocontrol *Paranosema locustae* para la “tucura quebrachera” en laboratorio. *Rev. Soc. Entomol. Arg.* 67: 151-155.
- Mariottini Y., M.L. de Wysiecki & C. Lange.** 2008. Fecundidad y desarrollo postembrionario de *Baeacris pseudopunctulatus* bajo condiciones controladas. *Rev. Soc. Entomol. Arg.* 67: 135-138.
- Mariottini Y., M.L. de Wysiecki & C. Lange.** 2010. Biology and some population parameters of the grasshopper *Ronderosia bergi* under laboratory conditions. *J. Insect. Sci.* 10: 1-12.
- Mariottini Y., M.L. de Wysiecki & C. Lange.** 2011a. Seasonal occurrence of life stages of grasshoppers (Orthoptera) in the Southern Pampas, Argentina. *Zool. Studies* 50: 737-744.
- Mariottini Y., M.L. de Wysiecki & C. Lange.** 2011b. Longevity and fecundity of *Dichroplus maculipennis* at non-outbreaking and outbreaks situations. *Rev. Bras. Entomol.* 55: 435-438.
- Mariottini Y., M.L. de Wysiecki & C. Lange.** 2011c. Postembryonic development and food consumption of *Dichroplus elongatus* and *D. maculipennis* under laboratory conditions. *Neotrop. Entomol.* 40: 190-196.
- Mariottini, Y., M.L. de Wysiecki & C. Lange.** 2012. Variación temporal de la riqueza, composición y densidad de acridios en diferentes comunidades vegetales del Sur de la provincia de Buenos Aires. *Rev. Soc. Entomol. Arg.* 71: 275-288.
- Mariottini Y., M.L. de Wysiecki & C. Lange.** 2013. Diversidad y distribución de acridios en pastizales del Sur de la región Pampeana, Argentina. *Rev. Biol. Trop.* 61: 111-124.
- Navon A. & K. Ascher** (Eds.). 2000. *Bioassays of Entomopathogenic Microbes and Nematodes*. CAB International, Wallingford. 336 pp.
- Pelizza S.A., M.N. Cabello & C.E. Lange.** 2010. Nuevos registros de hongos entomopatógenos en acridios (Orthoptera) de la República Argentina. *Rev. Soc. Entomol. Arg.* 69: 287-291.
- Pelizza S.A., S.A. Stenglein, M.N. Cabello, M.I. Dinolfo & C.E. Lange.** 2011. First record of *Fusarium verticillioides* as an entomopathogenic fungus of grasshoppers. *J. Insect Sci.* 11: 70.
- Pelizza S.A., L.A. Eliades, M.N.C. Saparrat, M.N. Cabello et al.** 2012a. Screening of Argentine native fungal strains for biocontrol of the grasshopper *Tropidacris collaris*. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 28: 1359-1366.
- Pelizza S.A., L.A. Eliades, A.C. Scorsetti, M.N. Cabello & C.E. Lange.** 2012b. Entomopathogenic fungi from Argentina for the control of *Schistocerca cancellata* nymphs: fungal pathogenicity and enzyme activity. *Biocontrol Sci. Technol.* 22: 1119-1129.
- Pelizza S.A., Y. Mariottini, M.L. Russo, M.N. Cabello & C.E. Lange.** 2013. Survival and fecundity of *Dichroplus maculipennis* and *Ronderosia bergi* (Orthoptera) following infection by *Beauveria bassiana* under laboratory conditions. *Biocontrol Sci. Technol.* 23: 701-710.
- Pfadt R.E.** 2002. Field guide to common western grasshoppers. Wyoming Agricultural Exp. Station Bull. 912, 3rd. edition. University of Wyoming.
- Plischuk S. & C.E. Lange.** 2009. Invasive *Bombus terrestris* (Apidae) parasitized by a flagellate (Euglenozoa) and a neogregarine (Apicomplexa). *J. Invertebr. Pathol.* 102: 263-265.
- Plischuk S. & C.E. Lange.** 2010. Detección de *Malpighamoeba mellificae* (Amoebozoa) en *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) de Argentina. *Rev. Soc. Entomol. Arg.* 69: 299-303.
- Plischuk S. & C.E. Lange.** 2011. Registro de *Nephridiophaga* sp. (Protista: Nephridiophagidae) en *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) del Sur de la región Pampeana. *Rev. Soc. Entomol. Arg.* 70: 357-361

- Plischuk S., R. Martín-Hernández, L. Prieto, M. Lucía *et al.*** 2009. South American native bumblebees infected by *Nosema ceranae*, an emerging pathogen of honey bees. *Environ. Microbiol. Rep.* 1: 110-113.
- Plischuk S., I. Meuss, G. Smagghe & C.E. Lange.** 2011. *Apicystis bombi* (Apicomplexa) parasitizing *Apis mellifera* and *Bombus terrestris* in Argentina. *Environ. Microbiol. Rep.* 3: 565-568.
- Plischuk S., C.J. Bardi & C.E. Lange.** 2013. Spore loads of *Paranosema locustae* in heavily infected grasshoppers of the Argentine Pampas and Patagonia. *J. Invertebr. Pathol.* 114: 89-91.
- Pocco M.E., M. Damborsky & M.M. Cigliano.** 2010. Comunidades de ortópteros en pastizales del Chaco Oriental Húmedo, Argentina. *An. Biodiv. Cons.* 33: 119-129.
- Pocco M.E., G.D. Rubio & M.M. Cigliano.** 2011. A new species of *Zoniopoda* (Orth.) from Argentina and its phylogenetic position within the genus. *Zootaxa* 2913: 27-37.
- Pocco M.E., P. Posadas, C.E. Lange & M.M. Cigliano.** 2013. Patterns of diversification in the high Andean *Ponderacris* grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). *System. Entomol.* 38: 365-389.
- Sokolova Y.Y., C.E. Lange, Y. Mariottini & J. Fuxa.** 2009. Morphology and taxonomy of the microsporidium *Liebertmannia covasacrae* from the grasshopper *Covasacris pallidinota*. *J. Invertebr. Pathol.* 101: 34-42.
- Solter L.F., J.J. Becnel & D.H. Oi.** 2012. Microsporidian entomopathogens. En: F. E. Vega & H. K. Kaya (Eds.). *Insect Pathology*, 2nd edition. Elsevier, London. Pp.: 221- 263.
- Vega F.E., N.V. Meyling, J.J. Luangsa-ard & M. Blackwell.** 2012. Fungal entomopathogens. En: Vega F.E. & H.K. Kaya (Eds.). *Insect Pathology*, 2nd edition. Elsevier, London. Pp.: 171-220.